

2011 年度 電気電子工学科卒業研究発表会

2012 年 2 月 9 日 (木) @522 教室

発表 7 分, 質疑応答 2 分

情報通信系ゼミ

セッション 3 (15:00~16:30 の後半, 15:10 スタート)

6. 電子光機器研究室 (鹿間ゼミ) 7 名

6-1 083090 宮垣 幸風

15:23 ~ 43

AC/DC コンバータ回路の研究

～降圧チョッパ回路とリニアレギュレータの比較～

6-2 083023 金丸 雄平

電子冷却素子の調査と応用回路製作

6-3 083089 南 翔太

誘導加熱器の回路設計と製作

6-4 083086 本田 祐介

スーパーヘテロダイン方式を採用したラジオの設計・製作

6-5 083044 田中 淳輝

人感センサ付き LED 電球の分解調査及び回路製作

6-6 083059 徳岡 壮太

赤外線センサによる動体検出に関する研究

～赤外線カメラを使用した人体検知のシミュレーション～

6-7 083012 永川 卓弥

Web カメラを用いた簡易文字認識に関する研究

AC/DC コンバータ回路の研究 ～降圧チョッパ回路とリニアレギュレータの比較～

083090 宮垣 幸風

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Study on AC/DC Converter Circuits

-Comparison of Linear Regulator and Step Down Chopper Circuits-

Yukikaze Miyagaki

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. まえがき

家庭で使われている AC アダプタは、電力会社から供給される交流の電源(AC)を直流(DC)に変換し携帯電話・ノートパソコンなどの各種電気機器の使用を可能にしている。

近年ではスイッチング電源の普及で小型・軽量化及び高効率化が進んでいる。今回はスイッチング電源のうちの降圧チョッパ回路の原理について調査し製作を行った。

2. 動作原理

図1に降圧チョッパ回路の等価回路、図2に降圧チョッパ回路と出力制御回路を示す。出力制御回路にはPI制御回路とPWM制御回路により構成した。

2.1 降圧チョッパ回路

図1よりトランジスタ Tr のオン時には電源 E よりトランジスタ Tr, インダクタ L, キャパシタ C を通して電流 i_{LON} が流れる。Tr のオフ時には L, C 及び D を通して i_{LOFF} が流れる。この時、電流は L から流れている。すなわち L に蓄えられた磁気エネルギーが還流している。

2.2 制御回路

図2より降圧チョッパ回路の出力電圧を可変抵抗器 VR により検出し、その検出電圧と出力指令電圧を PI 制御回路に入力し、両入力電圧の差が零となるように PWM 制御回路への指令電圧を生成する。PWM 制御回路は PI 制御回路の出力電圧と三角波電圧を比較しその大小に応じてトランジスタのオン/オフを決定する。

3. 降圧チョッパ回路のシュミレーションと製作

降圧チョッパ回路をシュミレータ (Mulisim) に入力してシュミレーションを行うことで部品選定を行った。製作した回路の還流ダイオード D2 にはオン電圧の低いショットキーバリアダイオードを用いた。次に選定した部品でブレッドボード上に回路を組み、D1, C1 のみの半波整流電圧の入力電圧 V_i と出力電圧 V_o を比較し、フィードバック制御によって V_i が変動しても一定な出力電圧 V_o を作れること

を確認した。(図3)

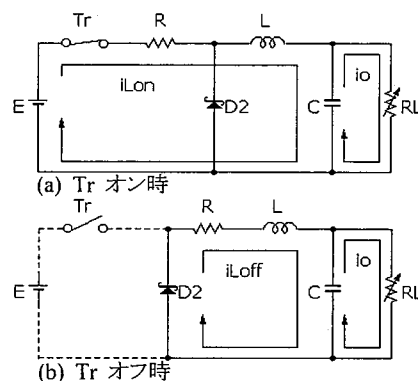


図1 降圧チョッパ回路の等価回路

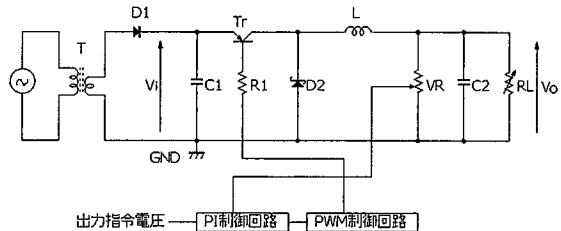


図2 降圧チョッパ回路と出力制御回路

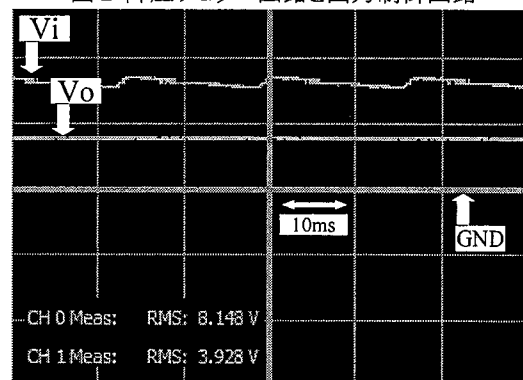


図3 出力電圧の測定波形

4. 今後の課題

ここまでは降圧チョッパ回路について調べたが、3端子レギュレータによる直流出力電圧を求め、スイッチング電源とリニア電源とを比較する。

文献

- (1) 古橋武, 「パワーエレクトロニクスノート」(コロナ社)
- (2) 臼田昭司, 「よく分かる電源回路活用入門」(日刊工業新聞社)

電子冷却素子の調査と応用回路製作

083023 金丸 雄平

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Investigation and Circuit Experiments of Thermoelectric Cooler

Yuhei Kanamaru

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. 概要

電子冷却素子である、ペルチェ素子は、片方の金属からもう片方へ熱が移動するというペルチェ効果を利用した板状の半導体素子である。また、フロンガスを使わないので、温室効果や人への有害なものがない環境保全に適した素子である。

本研究では、ペルチェ素子の基本特性を理解し、応用に必要な事項の習得をめざす。

2. ペルチェ素子の構造

ペルチェ素子の外観と構造を図1に示す。

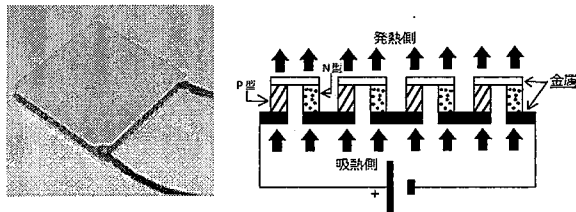


図1 ペルチェ素子の外観と構造⁽¹⁾

素子への印加電流方向を反転させると、発熱/吸熱面が入れ替わる。

3. 冷蔵庫の分解調査

本研究の初期に、小型冷蔵庫「MITSUBISHI-RDP-25C-C」を分解しペルチェ素子の調査を行った。分解の結果、サーミスタが2個、冷却用のファンモータ、回路部、ペルチェユニットといった構造であった。

4. 設計と製作

この調査をもとに缶飲料用クーラ/ヒータを製作することにした。

①～⑤の手順で簡易冷却/加熱槽の設計、製作を行った。以下の節で詳細を述べる。

①ペルチェ素子の仕様 ②冷却設計

③ヒートシンク設計 ④回路設計 ⑤評価実験

4.1 ペルチェ素子の仕様

表1のペルチェ素子入手して、吸熱面の温度測定を行い、回路製作に用いる3端子レギュレータの定格電流に合わせた目標仕様に合うものを選んだ。目標仕様を表2に示し、測定結果を次の図2に示す。

表1 入手したペルチェ素子の仕様

型番	最大電流	最大吸熱量	最大温度差
TEC-12703	3.3A	29.3W	67℃
TEC-12706	6.0A	52.1W	68℃
TEC-12708	8.5A	69.0W	67℃

表2 ペルチェ素子の目標仕様

電流値	0～3A
吸熱面温度	-10～-5℃

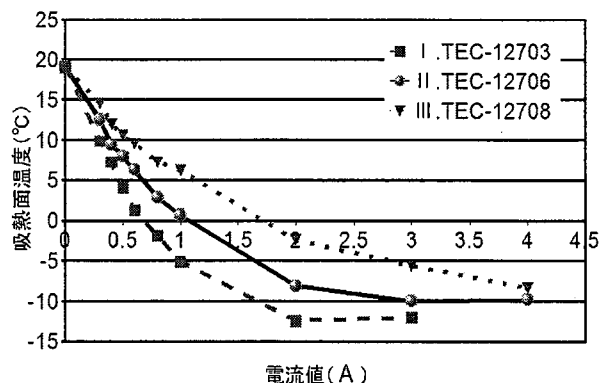


図2 ペルチェ素子測定結果

図2の測定結果から、TEC-12706(実線)が表1の仕様を満たしていることがわかった。

4.2 冷却設計

冷却/加熱槽の容器は、直径100mm、高さ133mmのアルミ缶を使用することを前提にペルチェ素子の冷却特性を見積もった。材料の表面積： $S(314 \times 133 \text{mm}^2)$ 、断熱材の厚さ： $t(1 \text{mm})$ 、断熱材の熱伝導率： $\lambda(0.025 \text{W/m} \cdot \text{K})$ 、周辺環境温度

$T_e(20^\circ\text{C})$, 熱伝達抵抗: $1/\alpha$ (空気 $=0.137\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) とすると, 周辺から断熱材を通じて流入する単位時間当たりの熱量 Q_{si} は,

$$Q_{si} = \frac{S(T_e - T_c)}{1/\alpha + t/\lambda} = \frac{41.8 \times 10^{-3}(20 - 5)}{0.137 + 1 \times 10^{-3}/0.025} = 3.5\text{W}$$

となる。また, アルミの体積: $V(50 \times 50 \times \pi \times 133\text{mm}^3)$, 比熱 C ($881\text{J}/\text{kgK}$)^(*), 比重 p ($2700\text{kg}/\text{m}^3$)^(*) の温度を $T_o(20^\circ\text{C})$ とすると, 時間 τ (60 分) 後に設定温度 $T_c(5^\circ\text{C})$ に達するための熱量 Q_τ は

$$Q_\tau = \frac{CpV(T_o - T_c)}{\tau} = \frac{881 \times 1045 \times 2700 \times 10^{-6} \times (20 - 5)}{3600} = 10.3\text{W}$$

となる。よってペルチェ素子に必要とする単位時間当たりの熱量 Q_c は, $Q_c = Q_{si} + Q_\tau = 3.5 + 10.3 \div 14\text{W}$ となる。なお設定温度 T_c は, 人が快く冷たく感じる水温を目安に設定している。ここで次の図 3, 図 4 を用いてペルチェ素子の冷却設計を行う。なお, 図中の T_h は放熱面温度である。

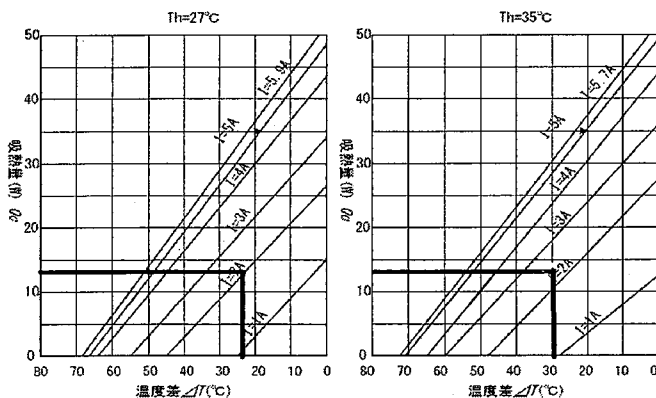


図 3 TEC-12706 における吸熱量と温度差の関係⁽²⁾

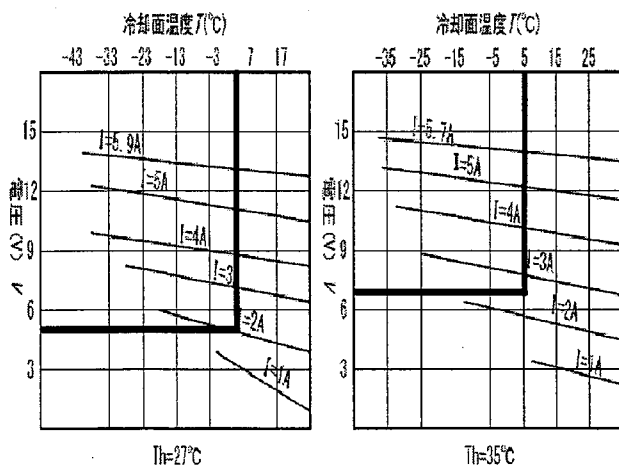


図 4 TEC-12706 の冷却面温度と電圧の関係⁽²⁾

図 5 より, 吸熱面設定温度を 5°C とし, 吸熱量を約 14W とすると必要な電流 I は $I=2\text{A}$ ($T_h=27^\circ\text{C}$ 時), $I=2.4\text{A}$ ($T_h=35^\circ\text{C}$ 時) となり, T_h が高くなると必要とする電流値も大きくなる。また, 図 6 より, 電圧値は, $V=5\text{V}$ ($T_h=27^\circ\text{C}$ 時) $V=6.5\text{V}$ ($T_h=35^\circ\text{C}$ 時) となる。よって, 放熱面温度 T_h に対する供給電力は $W_p=10\text{W}$ ($T_h=27^\circ\text{C}$ 時) $W_p=15.6\text{W}$ ($T_h=35^\circ\text{C}$ 時) となり, T_h の温度を低く抑えることが重要になる。

4.3 ヒートシンク設計

放熱面の温度を 35°C 以下におさえるために必要なヒートシンクの熱抵抗を計算する。ペルチェ素子からの放熱量は,

$$Q_h = W_p + Q_c = 15.6 + 14 = 19.6\text{W}$$

となり, 必要な熱抵抗 θ は,

$$\theta = \frac{T_h - T_e}{Q_h} = \frac{35 - 20}{19.6} = 0.77\text{K}/\text{W}$$

となる。通常、自然空冷のヒートシンクでは $1 \sim 10\text{K}/\text{W}$ 程度⁽²⁾ なので, より熱抵抗を下げる工夫が必要である。ファンモータを用いた強制空冷の熱抵抗 θ は $0.3\text{K}/\text{W}$ 程度⁽²⁾ なので, 今回の目的にはファンモータを併用することが有効である。

4.4 回路設計

出力電流 $0 \sim 3\text{A}$ の可変定電流回路を作成する。3端子レギュレータ: LM350T を用いて抵抗値を変えることにより, 電流値を変化できる回路を考えた。次の図 5 に回路図を示す。⁽³⁾

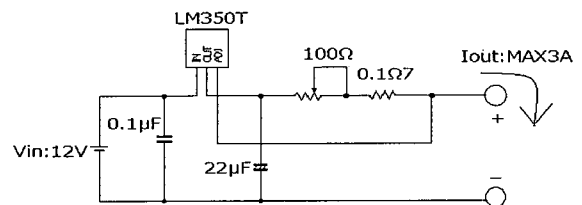


図 5 可変定電流回路

5. 今度の課題

現在の状況は, 回路設計の途中段階である。今後, 動作などシミュレーションで確認後, 切り替え式の缶飲料用クーラ/ヒータを作成する予定である。

文 献

- (1) 日本テコモ http://www.n-tecmo.co.jp/custama/per_gen.htm
 - (2) トランジスタ技術 2007 年 3 月号 259~263P
 - (3) 可変定電流装置 http://kikicoco.blog.ocn.ne.jp/kikicoco/2008/08/post_b1bd.html
- (*)1) 円柱全てをアルミとして考えても, 全て水として考えても計算結果がほぼ同じであったため, アルミの計算結果のみ記載した。

誘導加熱器の回路設計と製作

083089 南 翔太

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Circuit Design and Experiments of Induction Heater

Shouta Minami

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. 概要

現在、環境保全や節電、また安全性などが社会的に課題とされている中で、ガスに替わり誘導加熱式の調理器(以後IH調理器と呼ぶ)などが増えてきている。

そこで、本研究ではIH調理器の分解調査を手始めに誘導加熱器の回路の実験を行った。

2. 誘導加熱原理

誘導加熱の原理を分かりやすく説明するため、ここではIH調理器の動作原理を図1に示す。

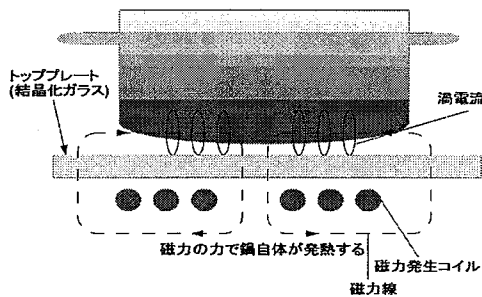


図1 加熱原理

IH調理器は、コイルに25kHz付近の高周波電流を流して、それによって発生する磁力線が鍋の底を通過すると、そこに渦電流が発生する現象を利用して鍋を温める。金属製の鍋の中で渦電流が流れると、金属の持つ電気抵抗によってジュール熱が発生して、鍋自体が発熱する。このような加熱方式を誘導加熱 (Induction Heating) と言う。鍋底部を厚さ t の平板と考え、抵抗率を ρ 、コイルで発生する磁束 ϕ で生じる磁束密度を

$$B = B_p \sin \omega t \quad (1)$$

とすると、鍋底による渦電流損失は(2)式となる。

$$P_e \propto \frac{f^2 B_p^2}{\rho} \quad \text{但し、} \omega = 2\pi f \quad (2)$$

(2)式より、IH調理器に最も適した金属は透磁率が高く磁束を通しやすいことが重要で、かつコイルに印加する交流電流の周波数を高めるほど発生する熱量を高められることがわかる。ステンレスでも磁石にくっつくものであれば使

うことはできるが、熱効率は落ちると言われている。

3. 設計と製作

誘導加熱器の製作に使用した回路を図2に示す。

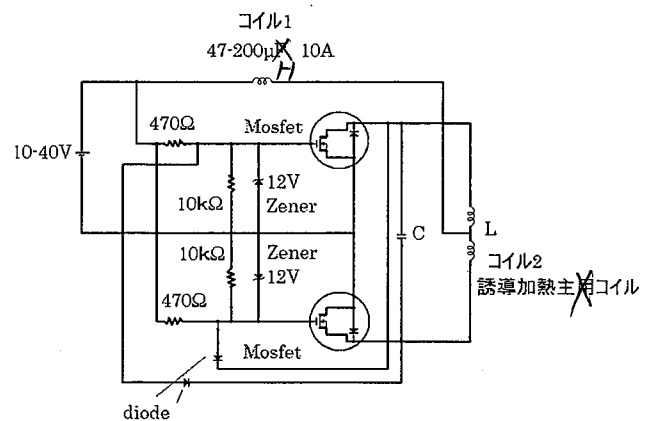


図2 誘導加熱器の回路

コイル1は $47\mu\text{F} \sim 200\mu\text{F}$ 、定格電流10Aが適している。そこで、定格電流、インダクタンスを合わせるために4個のトロイダルコイルを直列-並列接続してコイル1を作成した。

コイル2はおよそ直径45mmのコイルを二つ作り直列接続した。コイル2によって発振の周波数が変わる。その式を(3)に示す。

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (3)$$

コイルの中においた強磁性体には渦電流が発生し、熱せられる。

4. むすび

今後さらに詳しく調査し、回路の製作を行い最新情報を口頭発表する予定である。

文 献

- (1) Mazilli ZVS inverter, <http://tonic-lab.com/mazilli-inverter>
- (2) Wikipedia, 渦電流損の理論

・ OSCの周波数はよく合わせる！ (オシ.P)
・ Why 地を上げる (イ)

スーパーヘテロダイン方式を採用したAMラジオの設計・製作

083086 本田 祐介

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Design and Experiments of Superheterodyne Receiver

Yusuke Honda

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. まえがき

近年,インターネットや地上デジタル放送等の普及により,人々がラジオを利用する頻度が少なくなっている.しかし,災害等の緊急時には,ラジオは非常に便利である.

上記のことを踏まえ,改めてラジオの重要性を認識し,今回,最も使われているスーパーヘテロダイン方式を採用したラジオの回路構成について調査し,設計及び製作を行った.

2. スーパーヘテロダイン方式の原理

スーパーヘテロダイン方式とは,受信信号と局部発振器の信号をミックスして両方の信号の周波数差を,中間周波数に変換し,それを増幅したあとに復調する受信方式である.スーパーヘテロダイン方式のブロック図を図1に示す.

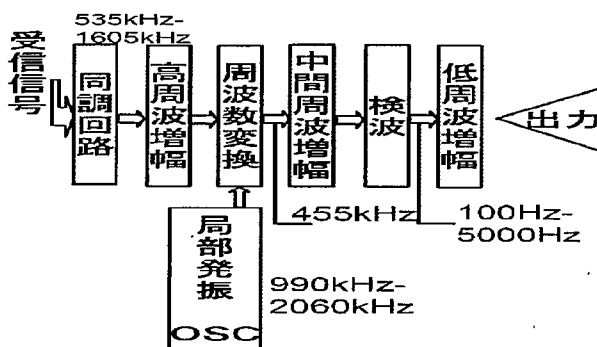


図1 ブロック図

ヘテロダインとは周波数を変換することを意味し,スーパーヘテロダインの名称は,可聴周波数より高い中間周波数 (supersonic) へ変換することにちなむ.現在,最もよく使われている方式である.

3. 設計と製作

今回,ICを使用しない6石のスーパーヘテロダイン方式のラジオの回路設計を行った.設計する仕様を表1に示す.

表1 製作するラジオの仕様

回路構成	高周波増幅1段, 中間周波増幅2段, トランジスタ6石
受信周波数	中波帯(535-1605kHz)
同調方式	LC共振
電源	DC 9V
出力	スピーカー 8Ω

3. 1 分解調査

研究の初期段階として,小型ラジオ「LIFELEX KM08-4970」の分解調査を行った.分解の結果,3石のスーパーヘテロダイン方式ラジオであったが,ICが取り付けられており,回路構成が複雑だった為,自分で製作することにした.

3. 2 準備

ブレッドボード上に回路を構成する為,OSC(発振)コイル,各IFT(中間周波トランス),ポリバリコンの端子をはんだ付けをした.

3. 3 回路製作

製作した回路を図2に示す.図2の回路に,9Vの電圧を加え,OSCから順に,周波数の調整を行った.455kHzの周波数を与え,各コイルを回し,共振周波数が最大になるようにした.調整前の波形と調整後の波形を図3に示す.

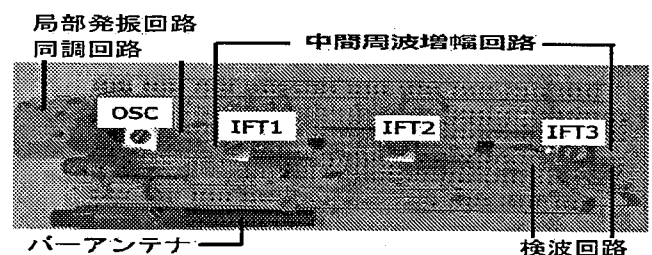


図2 製作した回路(低周波増幅より以前)

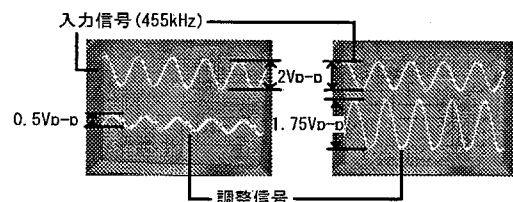


図3-a 調整前の信号

図3-b 調整後の信号

4. 今後の課題

出力側(スピーカー)回路の製作をし,音声が行れることを確認する.その後,音声の品質の向上を模索する.

文 献

(1)CHERRY MODEL CK-606 取扱説明書

(2) Tech Village, <http://www.kumikomi.net/archives/2008/05/03led4.php>

赤外線センサによる動体検出に関する研究 ～赤外線カメラを使用した人体検知のシミュレーション～

徳岡 壮太

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Study on a Moving Object Detection using Infrared Sensors

～Human Detection using Infrared Camera～

Sohta Tokuoka

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. まえがき

人感センサ付きLED電球はトイレや家の屋外用照明機器に使用されている。この機器には、照度センサと人感センサが昼と夜で切り替え可能になっている。白熱電球をLEDに換えるだけでも75%～80%減(*1)の節電になるが、人感センサを併用することは、節電の流れの中で一層重要になると考えた。そこで、赤外線センサを用いた人体検知に関する研究を行った。具体的には、赤外線カメラを使用して、暗所撮影と動く物体の検知を行う手法について研究した。

2. 赤外線カメラの画像処理

USB赤外線カメラをPCに接続し、暗所での動作確認と動く人間の検知をした。一般に赤外線センサは大きく分けて、レンズ、焦電素子、増幅回路、制御回路から構成されている。この焦電素子を赤外線Webカメラで代用し、制御回路の機能をLabVIEWを用いてシミュレーションした。シミュレーション環境を表1に示す。図1にプログラムの流れを示す。まずWebカメラからパソコンに赤外線画像を取り込み、グレースケール化、2値化を行い白黒画像に変換する。次に時間差を与えた2つの画像フレーム間で差分処理を行ない、物体の移動情報を検出する。

図2は実際に作成したプログラムを使用して差分処理までを行なっている様子を示している。(a)は入力画像であり、(b)は(a)の画像から生成した差分画像である。動きのある部分が白く表示されることがわかる。

表1 シミュレーション環境

使用カメラ	Digital Cowboy:DC-NCR13U TenvisJPT3815W
ソフト開発環境	LabVIEW 2009 NI Vision Assistant
使用PC	CPU: AMD phenom II X2 555 processor 3.20GHz RAM:4.00GHz Windows 7 Home Premium

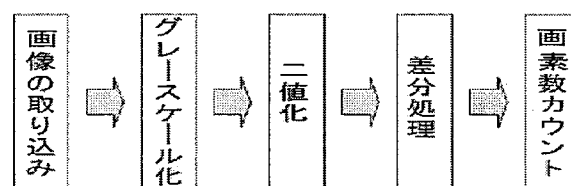


図1 画像処理プログラムの流れ

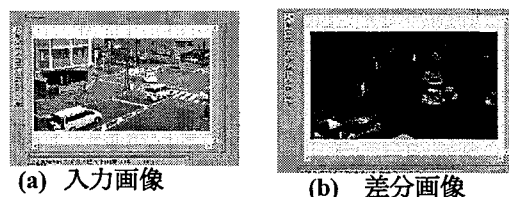


図2 動画の差分処理の様子

3. 今後の課題

差分処理を行なった画像の白い部分の画素数をカウントすることによって、移動速度の大きさなどの情報検出ができると考えている。この検出情報をもとにして人体の動きを検出し、LED点灯までを行いたいと考えている。実際には部屋の扉から入ってくる人を検知してLEDを点灯させる予定である。

文 献

(1) 焦電センサ (RE-210) 説明書 秋月電子 Web サイト

(*1) 全光束が同程度である白熱電球40W形とSHARP社製LED電球DL-LA41Nの比較：40W形の消費電力は36W、DL-LA41Nは7.5Wで計算すると $7.5W \div 36W \times 100 = 20.8\%$

Webカメラを用いた簡易文字認識に関する研究

083012 永川 卓弥

摂南大学 工学部 電気電子工学科 電子光機器研究室

Studies on a Simple Character Recognition using a Web Camera

Takuya Eikawa

Electronic and Optical Systems Lab., Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Setsunan Univ.

1. まえがき

現在のOCR(Optical Character Recognition)は,OCR 装置や一般のスキナーで読み取った画像からOCRソフトを用いて文字を識別して文章に変換する。このような方法では,紙の大きさに限界があり手軽さの面で問題がある。

そこで,小型のWebカメラを使って,取り込んだ文字付き画像をもとに文字を抽出してテキスト化する手法について研究した。図1に全体の流れを示す。また,本研究では画像を保存せず,リアルタイムで画像を取り込み,画像に含まれる文字をテキスト化した。

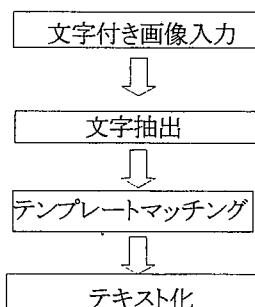


図1. 文字認識の流れ

2. 簡易文字認識の概要

2.1 文字付き画像入力: 画像の入力用に Web カメラ(表1 参照)を使用した。図2に LabVIEW で作成した操作画面(フロントパネル)を示す。まず,プログラムを起動させて,撮影回数を選択する。(詳細は次節参照。)スタートボタンを押すと,図5の画面1に Web カメラの映像が表示される。さらに撮影ボタンを押すと画面1に取得した静止画が表示される。

表1. 使用器具一覧表

Web カメラ	Microsoft 製/800 万画素/Q2F-00008
LabVIEW	National Instruments/ビジュアル言語
PC	CPU:Pentium(R)Dual-Core E5300 @2.60GHz 1.80GHz メモリ:4.00GB/OS:Windows Vista Home Premium

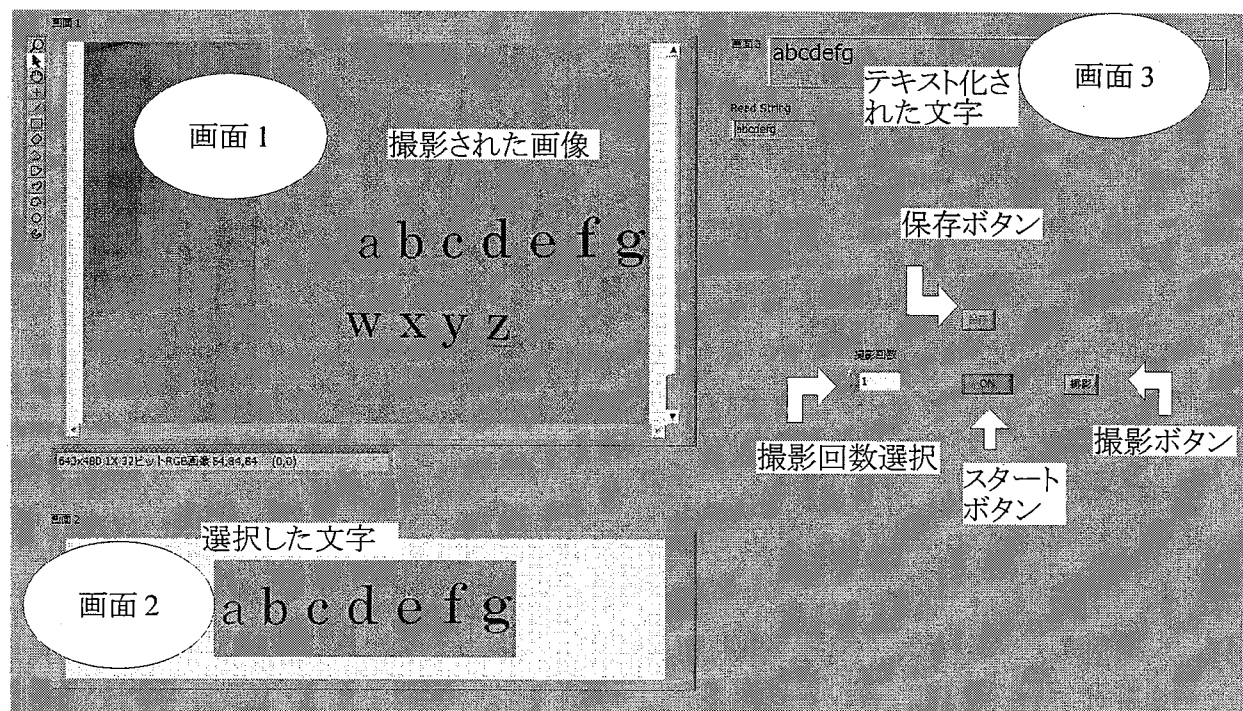


図2. フロントパネル

2.2 文字抽出: 文字の抽出方法は色差情報を利用しており、2値化して、白と黒の2階調に変換した画像の文字を抽出する。ところが、画像に二行以上文字列を含むと上手く文字を抽出することができない。それは二行の文字上下で1つの文字として認識しまう事が原因である。(図3参照)

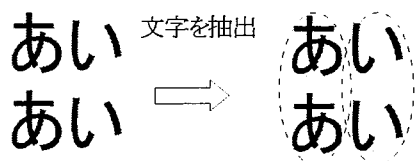


図3. 文字の誤認識

この問題を解決するために撮影する画像に含む文字の行数を「撮影回数」として設定する。(図1の撮影回数で選択)。そして、図1の撮影ボタンを押すと同時に撮影された画像の必要な部分をマウスを使い選択する画面が表示される(図4)。そして選択した範囲を図1の画面2に表示する。例えば画像に二行の文字を含んでいる画像であれば、撮影回数を2回にして一度目の処理で1行目、二度目の処理で2行目を抽出する。

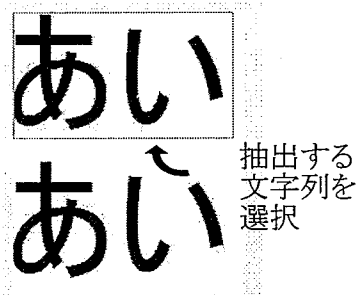


図4.文字列選択

2.3 テンプレートマッチング: 抽出した文字の形状をテンプレートと比較する。テンプレートはOCRトレーニングを使い事前に作成する。作成手順は以下の手順で行った(図5参照)。

- 1.文字を含む画像を撮影する。
- 2.画像の文字を囲む。
- 3.選んだ文字を登録する。

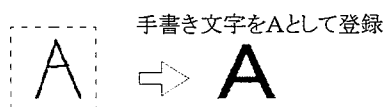


図5.テンプレート作成

この際に手書き文字でテンプレートを作成すると手書き文字を含む画像も使用できる。

2.4 テキスト化: 登録したテンプレートと一致すると文字が図1の画面3に表示される。表示された文字が実際の文字と合えば図1の保存ボタンを押す。

3. むすび

現在のプログラミングでは行の選択を自分で操作しなければならないので、行を自動認識して選択できるようにすることが、課題である。

文 献

- (1)橋本岳・山本茂弘・浦島智: LabVIEW 画像計測入門
- (2)山田宏尚: はじめてのデジタル画像処理
- (3)堀桂太郎: 図解 LabVIEW 実習